

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI

(c) 2000 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011638288 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1998-055196/199806

XRPX Acc No: N98-043700

**Ferroelectric liquid crystal display for gradation displays - has liquid between electrode and polarisation plates and having driving states that do not set crystal in ferroelectric state**

Patent Assignee: CASIO COMPUTER CO LTD (CASK )

Inventor: OGURA J; SHIMODA S; TANAKA T; YOSHIDA T

Number of Countries: 020 Number of Patents: 011

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 816907	A2	19980107	EP 97110227	A	19970623	199806 B
JP 10073803	A	19980317	JP 97184608	A	19970626	199821
JP 10073804	A	19980317	JP 97184610	A	19970626	199821
JP 10073849	A	19980317	JP 97180282	A	19970623	199821
JP 10082985	A	19980331	JP 96255283	A	19960906	199823
JP 10096896	A	19980414	JP 97184609	A	19970626	199825
KR 98024066	A	19980706	KR 9726721	A	19970624	199926
JP 2985125	B2	19991129	JP 97180282	A	19970623	200002
JP 2984788	B2	19991129	JP 97184608	A	19970626	200002
JP 2984789	B2	19991129	JP 97184609	A	19970626	200002
JP 2984790	B2	19991129	JP 97184610	A	19970626	200002

Priority Applications (No Type Date): JP 96255283 A 19960906; JP 96181692 A 19960624; JP 96186897 A 19960628; JP 96186898 A 19960628; JP 96215923 A 19960730

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 816907	A2	E	55	G02F-001/141	
-----------	----	---	----	--------------	--

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

JP 2985125	B2	15	G02F-001/141	Previous Publ. patent JP 10073849
JP 2984788	B2	14	G02F-001/133	Previous Publ. patent JP 10073803
JP 2984789	B2	14	G02F-001/133	Previous Publ. patent JP 10096896
JP 2984790	B2	13	G02F-001/133	Previous Publ. patent JP 10073804
JP 10073803	A	14	G02F-001/133	
JP 10073804	A	13	G02F-001/133	
JP 10073849	A	14	G02F-001/141	
JP 10082985	A	10	G02F-001/1335	
JP 10096896	A	14	G02F-001/133	
KR 98024066	A		G02F-001/133	

Abstract (Basic): EP 816907 A

The liquid crystal display has the liquid sandwiched between a pair of electrode surfaces. These are sandwiched between a pair of polarising plates. For a first voltage the molecules are aligned in one direction (21A) and for a second voltage in second direction (21B).

With no voltage the crystals are aligned in normal-line direction (21C). The angle between the first two directions is greater than 45 deg.

The optical axis (23A) of one polarisation plate is set at 22.5 deg. to one of the ferroelectric states, The other polarising plate is set perpendicular to this. Voltages between the ferroelectric states provide gradation of display.

ADVANTAGE - Provides gradation display with fast response and avoiding burning by avoiding entering ferroelectric states.

Dwg. 4/23

Title Terms: FERROELECTRIC; LIQUID; CRYSTAL; DISPLAY; GRADATION; DISPLAY;  
LIQUID; ELECTRODE; POLARISE; PLATE; DRIVE; STATE; SET; CRYSTAL;  
FERROELECTRIC; STATE

Derwent Class: P81; P85; T04; U14

International Patent Class (Main): G02F-001/133; G02F-001/1335;  
G02F-001/141

International Patent Class (Additional): G02F-001/13; G02F-001/1337;  
G09F-009/35; G09G-003/36

File Segment: EPI; EngPI

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05799885     \*\*Image available\*\*

DISPLAY ELEMENT AND DISPLAY ELEMENT DEVICE

PUB. NO. :     10-082985 [JP 10082985 A]

PUBLISHED:     March 31, 1998 (19980331)

INVENTOR(s):   TANAKA TOMIO

                 OGURA JUN

                 SHIMODA SATORU

                 YOSHIDA TETSUSHI

APPLICANT(s): CASIO COMPUT CO LTD [350750] (A Japanese Company or  
Corporation), JP (Japan)

APPL. NO. :     08-255283 [JP 96255283]

FILED:           September 06, 1996 (19960906)

INTL CLASS:     [6] G02F-001/1335; G02F-001/13; G02F-001/1337

JAPIO CLASS:    29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

JAPIO KEYWORD: R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES); R011 (LIQUID  
CRYSTALS)

#### ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display element which has high-speed responsiveness and wide visual field angle characteristic and with which the decrease of seizure and flicker is possible.

SOLUTION: A liquid crystal which is an antiferroelectric liquid crystal exhibiting an S(sub m)CR phase having no correlation in the inclination of liquid crystal molecules and in which the intersectional angle of a director direction 21A and a second direction 21B in two ferroelectric phases is  $\geq 45$  deg. is prepared These liquid crystals are arranged between a pair of substrates. The transmission axis 23A of a polarizing plate 23 is arranged in the direction inclined 22.5 deg. with the intermediate direction 21C between the direction 21A and the direction 21B. The optical axis 24A of a polarizing plate 24 is arranged to intersect with the transmission axis 23A. This element is driven by impressing the voltage of a range where the liquid crystal do not form a ferroelectric phase and the max. and min. transmittance are obtainable between electrodes arranged across the liquid crystal layer.

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-82985

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 1 0	G 0 2 F	1/1335
	1/13	5 0 0		1/13
	1/1337	5 1 0		1/1337

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-255283

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月6日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 田中 富雄

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

(72) 発明者 小倉 潤

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

(72) 発明者 下田 悟

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

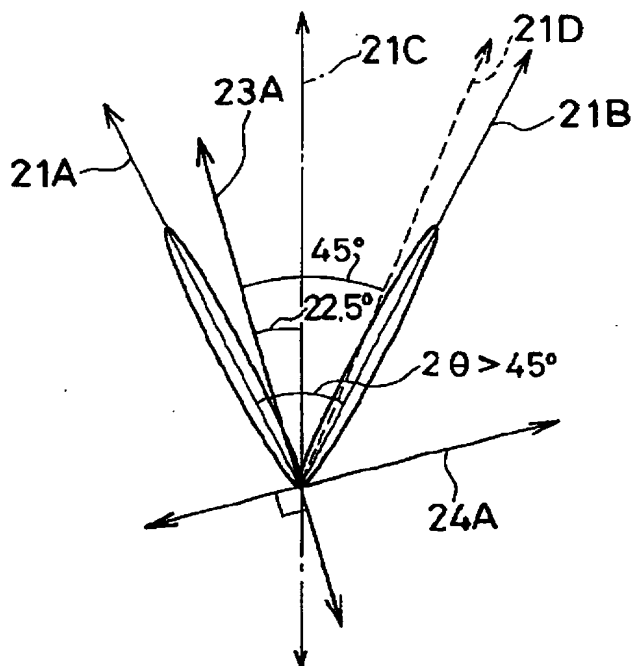
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示素子及び表示素子装置

(57) 【要約】

【課題】 高速応答性及び広視野角特性を有し、焼き付き現象を低減でき、フリッカを低減することができる液晶表示素子を提供する。

【解決手段】 液晶分子の傾きが相関を有していない  $S_m C_R^*$  相を示す反強誘電性液晶であって、2つの強誘電相でのダイレクタ方向21Aと第2の方向21Bの交角が  $45^\circ$  以上の液晶を用意し、この液晶を一对の基板間に配置する。偏光板23の透過軸23Aを方向21Aと方向21Bの中間の方向21Cに対して  $22.5^\circ$  傾いた方向に配置し、偏光板24の光学軸24Aを透過軸23Aに直交するように配置する。液晶層を挟んで配置された電極間に、液晶が強誘電相にならず、最大と最小の透過率が得られる範囲の電圧を印加して駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】対向面に電極がそれぞれ形成された一对の基板と、

前記一对の基板の間に配置され、少なくとも電界無印加時に、層間で液晶分子の傾きが相関を有していない $S_{\square}$  $C_R^*$ 相を示し、前記電極間に印加された一方極性の第1の電圧に応じてダイレクタが第1の方向に向いた第1の強誘電相を示す第1の配向状態と、前記電極間に印加された他方極性の第2の電圧に応じてダイレクタが第2の方向に向いた第2の強誘電相を示す第2の配向状態と、前記第1の電圧と前記第2の電圧との中間の任意の第3の電圧の印加に応じて液晶分子がそのダイレクタを前記第1の方向と前記第2の方向との間の中間の方向に向けて配向する第3の配向状態とにそれぞれ配向する強誘電性相を示す液晶と、

前記一对の基板を挟んで配置され、いずれか一方の光学軸が前記第1と第2の方向により挟まれる角度範囲に設置され、他方の光学軸が前記一方の光学軸と実質的に直交または平行にそれぞれ配置された一对の偏光板と、より構成される強誘電性相を示す液晶を用いた表示素子。

【請求項2】前記液晶は、 $S_{\square}CA^*$ 相を示す液晶化合物と $S_{\square}C^*$ 相を示す液晶化合物とが配合されてなる、ことを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

【請求項3】前記液晶は、エーテル結合されたカイラル末端鎖と、フッ素置換されたフェニル環とを有する液晶化合物が配合されてなる、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の表示素子。

【請求項4】前記液晶は、前記第1の方向と前記第2の方向とのなす交角が $45^\circ$ より大きい角度で夫々配向する強誘電性相をもっており、

前記一对の偏光板の一方は、前記第1の方向と前記第2の方向のいずれかに対して、前記交角より $45^\circ$ を差し引いた角度の範囲に、その光学軸の方向を配置したことを特徴とする請求項1、2又は3に記載の表示素子。

【請求項5】前記液晶は、前記第1の方向と前記第2の方向とのなす交角がほぼ $60^\circ$ より大きい角度で夫々配向する強誘電性相をもっており、

前記一对の偏光板の一方は、前記第1の方向と前記第2の方向のいずれかに対して、ほぼ $12.5^\circ$ 以上の角度でその光学軸の方向を配置したことを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載の表示素子。

【請求項6】前記液晶は、対向する前記電極間に電圧が印加されていないときに、液晶分子のダイレクタが前記第1の方向と前記第2の方向とでなす角度のほぼ2等分線と平行な方向に向いた反強誘電性相を示す反強誘電性液晶であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項7】対向面に電極がそれぞれ形成された一对の基板と、

前記一对の基板の間に配置され、電界無印加時に、層間で液晶分子の傾きが相関を有していない相を示し、前記電極間に印加された一方極性の第1の電圧に応じてダイレクタが第1の方向に向いた第1の強誘電相を示す第1の配向状態と、前記電極間に印加された他方極性の第2の電圧に応じてダイレクタが第2の方向に向いた第2の強誘電相を示す第2の配向状態と、前記第1の電圧と前記第2の電圧との中間の任意の第3の電圧の印加に応じて液晶分子がそのダイレクタを前記第1の方向と前記第2の方向との間の中間の方向に向けて配向する第3の配向状態とにそれぞれ配向する強誘電性相を示す液晶と、前記一对の基板を挟んで配置され、いずれか一方の光学軸が前記第1と第2の方向により挟まれる角度に設置され、他方の光学軸が前記一方の光学軸と実質的に直交または平行にそれぞれ配置された一对の偏光板と、前記電極間の前記液晶に、液晶分子のダイレクタを前記第1の方向と前記第2の方向とにより挟まれる角度範囲より狭い角度範囲で変化させる電圧を印加する駆動手段と、

より構成される強誘電性相を示す液晶を用いた表示素子装置。

【請求項8】前記液晶は、 $S_{\square}CA^*$ 相を示す液晶化合物と $S_{\square}C^*$ 相を示す液晶化合物とが配向されてなる、ことを特徴とする請求項7に記載の表示素子装置。

【請求項9】前記液晶は、エーテル結合されたカイラル末端鎖と、フッ素置換されたフェニル環とを有する液晶化合物が配合されてなる、ことを特徴とする請求項7又は8に記載の表示素子装置。

【請求項10】前記液晶は、前記第1の方向と前記第2の方向とのなす交角が $45^\circ$ より大きい角度で夫々配向する強誘電性相をもっており、

前記駆動手段は、液晶分子のダイレクタを前記第1の方向と前記第2の方向とにより挟まれる角度範囲の内のほぼ $45^\circ$ の角度範囲で変化させる電圧を印加することを特徴とする請求項7、8又は9に記載の表示素子装置。

【請求項11】前記一对の偏光板は、いずれか一方の光学軸を、前記駆動手段によって変化させられるダイレクタの角度範囲の一方の側の方向と実質的に平行に配置したことを特徴とする請求項7、8、9又は10に記載の表示素子装置。

【請求項12】前記一对の偏光板の一方は、前記第1の方向と前記第2の方向のいずれかに対して、前記交角より $45^\circ$ を差し引いた角度の範囲に、その光学軸の方向を配置したことを特徴とする請求項7乃至11のいずれか1項に記載の表示素子装置。

【請求項13】前記一对の基板は、画素電極と該画素電極に接続されたアクティブ素子がマトリクス状に配列された一方の基板と、前記画素電極に対向する対向電極が形成された他方の基板と、

より構成されていることを特徴とする請求項7乃至12のいずれか1項に記載の表示素子装置。

【請求項14】前記一對の基板は、  
走査電極が形成された一方の基板と、  
前記走査電極に対し垂直方向に延びる信号電極が形成された他方の基板と、  
より構成されていることを特徴とする請求項7乃至12のいずれか1項に記載の表示素子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、強誘電相を有する液晶を用いた表示素子及び表示素子装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より広く使用されているネマチック液晶を用いた液晶表示素子に代えて、高速応答特性及び広い視野角特性が期待される強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いた液晶表示素子が開発されている。これらの液晶表示素子は、対向する内面に電極を形成した対向する一對の基板間に、強誘電性液晶或いは反強誘電性液晶を介在させたものである。

【0003】強誘電性液晶を用いたものでは、対向する電極間に一方の極性の所定の電圧を印加することにより液晶分子を一方の強誘電性相に配向させた第1の配向安定状態と、電極間に他方の極性の所定の電圧を印加することにより液晶分子を他方の強誘電性相に配向させた第2の配向安定状態との双安定性を利用して駆動することにより所望の画像を表示させるものである。

【0004】また、反強誘電性液晶を用いたものでは、対向する電極間に一方の極性の所定の電圧を印加することにより液晶分子を一方の強誘電性相に配向させた第1の配向安定状態と、電極間に他方の極性の所定の電圧を印加することにより液晶分子を他方の強誘電性相に配向させた第2の配向安定状態と、さらに電界を印加しないときの反強誘電性相に配向した第3の配向安定状態との3安定性を利用して駆動することにより所望の画像を表示させるものである。

【0005】これらの液晶表示素子では、液晶分子を、強誘電性相或いは反強誘電性相の安定した状態に配向させて、そのメモリ効果を利用して2値表示を行うものであり、再現性の良い階調表示を行うことは困難である。

【0006】階調表示が可能な強誘電性液晶表示素子として、DHF液晶(Deformed Helical Ferroelectric Liquid Crystal)を使用した液晶表示素子が提案されている。DHF液晶表示素子は、ショートピッチの強誘電性液晶を螺旋が存在する状態で基板間に介在させ、対向する電界に応じて螺旋を歪ませることにより、一方の強誘電性相から他方の強誘電性相まで液晶分子のダイレクタを連続的に変化させるものである。

【0007】また、近時、一部の反強誘電性液晶が示す中間配向状態を用いて階調表示を行う反強誘電性液晶表

示素子等も提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した強誘電性液晶及び反強誘電性液晶は、液晶分子が分子長軸とほぼ直交する方向に永久双極子を持ち、この永久双極子と電界との直接的な相互作用により液晶分子が挙動する。このため、応答速度が速く、又液晶分子のダイレクタの変化が基板と平行な面内で動くので、視野角が広がる。

【0009】しかしながら、これらの液晶は、液晶分子の永久双極子による自発分極を持っているため、基板側にその自発分極と逆極性の電荷が蓄積されて基板との相互作用が大きくなって、液晶分子が電界に応じて十分自由に挙動できなくなり、画像が残像として残ってしまうという、表示の焼き付き現象が生じる。

【0010】従来の強誘電性液晶素子及び反強誘電性液晶素子では、表示の焼き付き現象を低減する方法として、液晶に印加する電圧の極性をフレーム毎に或いはライン毎に反転させる駆動方法が提案されている。また、駆動パルス毎に逆極性の補償パルスを印加する駆動方法も提案されている。

【0011】しかし、これらの方法では、電荷の片寄りを十分無くすることができず、焼き付きを無くすることができない。また、正極性と逆極性のパルスに対する液晶の応答が異なるためにフリッカが発生するという問題がある。

【0012】この発明は上記実状に鑑みてなされたもので、高速応答性及び広視野角特性を有し、さらに、焼き付き現象を低減でき、フリッカを低減することができる表示素子及び表示素子装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の第1の観点にかかる表示素子は、対向面に電極がそれぞれ形成された一對の基板と、前記一對の基板の間に配置され、少なくとも電界無印加時に、層間で液晶分子の傾きが相関を有していない $S_{\parallel}C_R^*$ 相を示し、前記電極間に印加された一方極性の第1の電圧に応じてダイレクタが第1の方向に向いた第1の強誘電相を示す第1の配向状態と、前記電極間に印加された他方極性の第2の電圧に応じてダイレクタが第2の方向に向いた第2の強誘電相を示す第2の配向状態と、前記第1の電圧と前記第2の電圧との中間の任意の第3の電圧の印加に応じて液晶分子がそのダイレクタを前記第1の方向と前記第2の方向との間の中間の方向に向けて配向する第3の配向状態とにそれぞれ配向する強誘電性相を示す液晶と、前記一對の基板を挟んで配置され、いずれか一方の光学軸が前記第1と第2の方向により挟まれる角度範囲に設置され、他方の光学軸が前記一方の光学軸と実質的に直交または平行にそれぞれ配置された一對の偏光板と、より構成されることを特徴とする。

【0014】このような構成によれば、第1の方向と第2の方向の交角を $45^\circ$ より大きく取り、液晶分子のダイレクタを一方の偏光板の前記交角により挟まれる方向に配置された光学軸の方向とそれから $45^\circ$ 傾いた方向との間で駆動することにより、液晶を強誘電相に配向させることなく、且つ、最大階調と最小階調を表示することができる。液晶を強誘電相に配向させることなく駆動することにより、表示の焼き付き現象を抑えることができる。また、印加電圧に応じて表示階調が一義的に定まるため、フリッカを抑えることができる。また、強誘電相を示す液晶を使用することにより、高速応答性及び広視野角特性を確保することができる。

【0015】前記液晶は、例えば、 $S_{\text{m}}CA^*$ 相を示す液晶化合物と $S_{\text{m}}C^*$ 相を示す液晶化合物とから構成される。また、前記液晶は、エーテル結合されたカイラル末端鎖と、フッ素置換されたフェニル環を有する液晶化合物から構成される。

【0016】前記液晶としては、前記第1の方向と前記第2の方向とのなす交角が $45^\circ$ より大きい角度で夫々配向する強誘電性相をもっているものが適している。この場合、前記一对の偏光板の一方は、前記第1の方向と前記第2の方向のいずれかに対して、前記交角より $45^\circ$ を差し引いた角度の範囲に、その光学軸の方向を配置する。

【0017】前記液晶としては、前記第1の方向と前記第2の方向とのなす交角がほぼ $60^\circ$ より大きい角度で夫々配向する強誘電性相をもっているものが望ましく、前記一对の偏光板の一方は、前記第1の方向と前記第2の方向のいずれかに対して、ほぼ $12.5^\circ$ 以上の角度でその光学軸の方向を配置する。

【0018】前記液晶としては、前記第1の方向と前記第2の方向とのなす交角が $90^\circ$ より大きい角度で夫々配向する強誘電性相をもっているものがさらに望ましく、この場合、前記一对の偏光板の一方は、例えば、前記液晶のスメクティック層の法線方向とほぼ平行に、その光学軸の方向を配置する。

【0019】前記液晶は、例えば、前記対向する電極間に電圧が印加されていないときに、液晶分子のダイレクタが前記第1の方向と前記第2の方向とでなす角度のほぼ2等分線と平行な方向に向いた反強誘電性相を示す反強誘電性液晶から構成される。

【0020】上記目的を達成するため、この発明の第2の観点にかかる表示素子装置は、対向面に電極がそれぞれ形成された一对の基板と、前記一对の基板の間に配置され、電界無印加時に、層間で液晶分子の傾きが相関を有していない相を示し、前記電極間に印加された一方極性の第1の電圧に応じてダイレクタが第1の方向に向いた第1の強誘電相を示す第1の配向状態と、前記電極間に印加された他方極性の第2の電圧に応じてダイレクタが第2の方向に向いた第2の強誘電相を示す第2の配向

状態と、前記第1の電圧と前記第2の電圧との中間の任意の第3の電圧の印加に応じて液晶分子がそのダイレクタを前記第1の方向と前記第2の方向との間の中間の方向に向けて配向する第3の配向状態とにそれぞれ配向する強誘電性相を示す液晶と、前記一对の基板を挟んで配置され、いずれか一方の光学軸が前記第1と第2の方向により挟まれる角度に設置され、他方の光学軸が前記一方の光学軸と実質的に直交または平行にそれぞれ配置された一对の偏光板と、前記電極間の前記液晶に、液晶分子のダイレクタを前記第1の方向と第2の方向とにより挟まれる角度範囲より狭い角度範囲で変化させる電圧を印加する駆動手段と、より構成されることを特徴とする。

【0021】このような構成によれば、駆動手段は、液晶を強誘電相に配向させることなく駆動する。従って、表示の焼き付き現象を抑えることができる。また、印加電圧に応じて表示階調が一義的に定まるため、いわゆる直流駆動が可能になり、フリッカを抑えることができる。また、強誘電相を示す液晶を使用することにより、高速応答性及び広視野角特性を確保することができる。

【0022】前記液晶は、例えば、 $S_{\text{m}}CA^*$ 相を示す液晶化合物と $S_{\text{m}}C^*$ 相を示す液晶化合物とから構成される。また、前記液晶は、エーテル結合されたカイラル末端鎖と、フッ素置換されたフェニル環を有する液晶化合物から構成される。

【0023】上記構成の表示素子装置の液晶としては、前記第1の方向と前記第2の方向とのなす交角が $45^\circ$ より大きい角度で夫々配向する強誘電性相をもっているものが適しており、この場合、前記駆動手段は、液晶分子のダイレクタを前記第1の方向と前記第2の方向とにより挟まれる角度範囲の内のほぼ $45^\circ$ の角度範囲で変化させる電圧を印加する。

【0024】前記一对の偏光板は、例えば、いずれか一方の光学軸が、前記駆動手段によって変化させられるダイレクタの角度範囲の一方の側の方向と実質的に平行になるように配置される。

【0025】前記一对の偏光板の一方は、例えば、前記第1の方向と前記第2の方向のいずれかに対して、前記交角より $45^\circ$ を差し引いた角度の範囲に、その光学軸の方向が配置される。

【0026】上記の表示素子及び表示素子装置は、例えば、アクティブマトリックス型素子でも、シンプルマトリックス型（パッシブマトリックス型）素子でも良い。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1はこの実施の形態の表示素子の断面図、図2は画素電極とアクティブ素子を形成した透明基板の平面図である。この表示素子は、アクティブマトリクス方式のものであり、図1に示すように、一对の透明基板（例えば、ガラス基板）11、12と、透

明基板11、12の間に配置された液晶21と、透明基板11、12を挟んで配置された一対の偏光板23、24と、から構成されている。

【0028】図1において下側の透明基板（以下、下基板）11には、ITO等の透明導電材料から構成された画素電極13と画素電極13にソースが接続された薄膜トランジスタ（以下、TFT）14とがマトリクス状に形成されている。

【0029】図2に示すように、画素電極13の行間にゲートライン（走査ライン）15が配線され、画素電極13の列間にデータライン（階調信号ライン）16が配線されている。各TFT14のゲート電極は対応するゲートライン15に接続され、ドレイン電極は対応するデータライン16に接続されている。ゲートライン15は、行ドライバ31に接続され、データライン16は列ドライバ32に接続されている。行ドライバ31は、後述するゲート電圧を印加して、ゲートライン15をスキャンする。一方、列ドライバ32は、画像データ（階調信号）を受け、データライン16に画像データに対応するデータ信号を印加する。

【0030】図1において、上側の透明基板（以下、上基板）12には、下基板11の各画素電極13と対向し、基準電圧 $V_0$ が印加されている対向（共通）電極17が形成されている。対向電極17は、例えば、ITO等から形成された透明電極である。下基板11と上基板12の電極形成面には、それぞれ配向膜18、19が設けられている。配向膜18、19はポリイミド等の有機高分子化合物からなる水平配向膜であり、その対向する面の少なくとも一方には、互いに平行で且つ逆方向に1回ずつラビングする配向処理が施されている。

【0031】下基板11と上基板12は、その外周縁部において枠状のシール材20を介して接着され、液晶セル25を構成している。配向膜18、19の間隔は、シール材20及びギャップ材22により、例えば、1.4 $\mu\text{m}$ ～2.4 $\mu\text{m}$ の一定間隔に規制されており、液晶21は、基板11、12とシール材20で囲まれた領域に封入されている。

【0032】液晶21としては、自発分極PSと、2つの強誘電相と1つの反強誘電相を示し、2つの強誘電相での液晶分子のダイレクタの方向の交角が45°より大きく、さらに、その光学特性において明確なしきい値を有していないものを使用する。

【0033】このような条件を満足する液晶として、この発明では、スメクティック相の液晶が有する層構造の層間で、液晶分子の傾きの相関がないカイラルスメクテ

ィックCランダム相（ $S_{\text{MC}}^*$ ）を有する液晶を使用する。

【0034】このようなカイラルスメクティックCランダム相（ $S_{\text{MC}}^*$ ）を示す液晶化合物としては、例えば、エーテル結合されたカイラル末端鎖と、フッ素置換されたフェニル環とを有する反強誘電性液晶化合物が用いられ、このような反強誘電性液晶化合物を用いた液晶表示素子は、反強誘電性液晶の電場誘起転移のしきい値を低下させ、前駆現象を顕著にすることができ、その光学特性において明確なしきい値を有していない液晶を生成できる。このような液晶は、電界無印加時に、層間の相関が無くなった相、即ち、C-ダイレクタ及び層内の自発分極の向きが層間及び層内においてランダムである。一方、十分に高い電圧を印加した場合には、電界に応じて自発分極が揃い、その向きが印加電圧の極性に応じて反転する。

【0035】このような液晶の無電界時及び電界を印加したときの分子レベルの応答の様子を図3に示す。図3（A）に示すように、電圧が印加されていない状態では、液晶分子の長軸方向及び自発分極の向きが層間でランダムであり、液晶のダイレクタはスメクティック相の液晶が有する層構造の層の法線方向にほぼ一致する。

【0036】一方、一方の極性で、十分高い電圧（飽和電圧 $V_s$ 以上の電圧）が印加された場合には、印加電圧と自発分極の相互作用により、図3（B）に示すように、自発分極が層間で揃い、ほぼ全ての液晶分子は第1の方向21Aに向く。

【0037】他方の極性で、十分高い電圧（飽和電圧 $V_s$ 以上の電圧）が印加された場合には、印加電圧と自発分極の相互作用により、図3（C）に示すように、自発分極が図3（B）の場合と反対方向に層間で揃い、ほぼ全ての液晶分子は第2の方向21Bに向く。

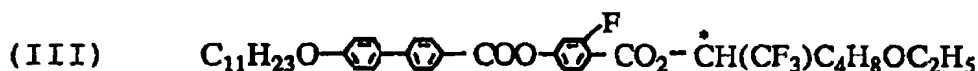
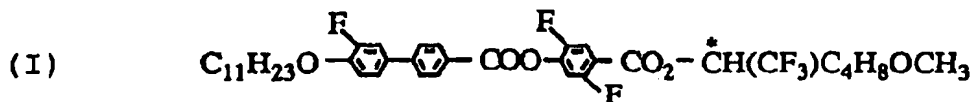
【0038】また、中間電圧が印加された場合には、印加電圧と自発分極の相互作用により、図3（D）、（E）に示すように、中間の配向状態が得られる。従って、液晶21のダイレクタは、印加電圧に応じて、第1の方向と第2の方向との間で連続的に変化する。

【0039】このような構造及び特性を有する液晶は、例えば、 $S_{\text{MC}}^*$ 相を示す液晶化合物と $S_{\text{MC}}^*$ 相を示す液晶化合物とを配合した液晶組成物により得られる。例えば、化学式1に示す骨格構造を有する液晶物質I～IIをそれぞれ40重量%、40重量%、20重量%の割合で混合することにより得られる。

【0040】

【化1】





【0041】次に、配向膜18、19に施された配向処理の方向、偏光板23、24の光学軸と液晶21の液晶分子の配向方向との関係を図4を参照して説明する。

【0042】図4において、符号21Cは配向膜18、19に施された配向処理の方向を示し、液晶21は、カイラルスメクティックC相(S<sub>m</sub>C\*相)が有する層構造の層の法線を、±2°程度の誤差範囲内で配向処理の方向21Cに向けて配向している。

【0043】負極性の所定の電圧-VSより低い電圧を液晶21に印加した時、液晶21は、図3(B)に示す第1の配向状態(強誘電相)となり、液晶分子の平均的な配向方向(ダイレクタ)は第1の方向21Aとなる。正極性の所定の電圧+VSより高い電圧VSを液晶21に印加したとき、液晶21は図3(C)に示す第2の配向状態(強誘電相)となり、液晶分子の平均的な配向方向(ダイレクタ)は第2の方向21Bとなる。一方、印加電圧が0のとき、液晶分子の配向方向及び自発分極は、層内及び層間で相関がないランダム状態となり、その平均的な配向方向(ダイレクタ)は液晶のスメクティック相の層のほぼ法線方向、即ち、第1と第2の方向21Aと21Bのほぼ中間の方向(ほぼ配向処理の方向)21Cとなる。

【0044】第1の方向21Aと第2の方向21Bとのずれ角2θは、45°以上であり、望ましくは60°以上である。

【0045】偏光板23の光学軸(この実施の形態では透過軸)23Aは、第1の方向21Aと配向処理方向21Cとの間で、配向処理方向21Cに対しほぼ22.5°の方向に設定されている。偏光板24の透過軸24Aは、偏光板23の透過軸23Aとほぼ直交する方向に設定されている。

【0046】図4に示すように偏光板23、24の透過軸23A、24Aを設定した表示素子は、液晶分子の平均的な配向方向を偏光板23の透過軸23Aに平行に設定した時に透過率が最も低く(表示が最も暗く)なり、液晶分子の平均的な配向方向を偏光板23の透過軸23Aに対し45°の方向21Dに設定した時に透過率が最も高く(最も明るく)なる。

【0047】すなわち、液晶分子の平均的な配向方向が透過軸23Aの方向を向いた状態では、入射側の偏光板23を通った直線偏光は液晶21の偏光作用をほとんど

受けず、直線偏光のまま液晶21の層を通過し、直角方向に透過軸24Aが設定されている偏光板24で吸収され、表示が暗くなる。

【0048】一方、液晶分子の平均的な配向方向が透過軸23Aに対して45°の方向21Dを向いた状態では、入射側の偏光板23を通過した直線偏光は液晶21の複屈折作用により非直線偏光となり、出射側偏光板24の透過軸24Aと平行な成分が偏光板24を透過して出射する。このため、表示は最も明るくなる。その他の配向状態では、その配向状態に応じた複屈折作用により、その配向状態に応じた非直線偏光となり、出射側偏光板24の透過軸24Aと平行な成分が偏光板24を透過して出射する。このため、表示は配向状態に応じた明るさになる。

【0049】このため、画素電極13と対向電極17の間に比較的低周波(0.1Hz程度)の鋸波状の電圧を印加した場合の透過率の変化は図5に示すように、連続的に変化し、明確なしきい値を示さない。

【0050】この表示素子は、アクティブマトリクス方式のものであるため、非選択期間中も液晶21を任意の配向状態に維持する電圧を保持しておくことができる。このため、上記構成の表示素子は、透過率を変化させて階調のある表示を行わせることが可能である。

【0051】この液晶素子の透過率は液晶のダイレクタが偏光板23の透過軸23Aと平行のとき最小、45°で交差するとき最大となる。従って、液晶素子の透過率がT<sub>min</sub>とT<sub>max</sub>を示す配向状態の間で使用するにより、液晶21を第1及び第2の配向状態に配向させることなく駆動することができる。第1及び第2の配向状態は、液晶層内の全ての分子が完全に同一方向に揃った強誘電相を示す状態であり、自発分極による電荷が保持されやすく、分子の反転が起こりづらくなり、焼き付きやすくなる。しかし、液晶分子が完全に揃っていない配向状態であれば、自発分極による電荷がたまり難く、また、揃っていない分子を核にして反転が起こりやすく、焼き付きが軽減される。即ち、駆動電圧をV<sub>Tmax</sub>とV<sub>Tmin</sub>の範囲内で変化させることにより、強誘電相を使用することなく液晶21を駆動し、しかも、連続階調を表示させることができる。

【0052】次に、上記構成の表示素子の駆動方法を図6を参照して説明する。図6(A)は行ドライバ31が

任意の行のゲートライン15に印加するゲート信号を、図6(B)は列ドライバ32がゲート信号に同期して各データライン16に印加するデータ信号を示す。データパルスの電圧は液晶21を強誘電相に配向させない電圧、即ち、 $V_{Tmax}$ と $V_{Tmin}$ との間で、表示したい透過率に対応する電圧に設定されている。図6(C)は、図6(B)に示すデータパルスが印加された時の透過率の変化を示す。

【0053】ゲートパルスにより選択行のTFT14がオンし、オンしたTFT14を介して表示階調に対応するデータ信号が画素電極13と対向電極17との間に印加される。ゲートパルスがオフするとTFT14がオフし、それまで画素電極13と対向電極17との間に印加されていた電圧が、画素電極13と対向電極17とその間の液晶21により形成される画素容量に保持される。このため、図6(C)に示すように、この保持電圧に対応する表示階調がこの行の次の選択期間まで保持される。従って、この駆動方法によれば、データパルスの電圧を制御することにより任意の階調画像を表示することができる。

【0054】液晶21が図5に示す電気光学特性にヒステリシスを有している場合、図6に示す駆動方法では、データパルスの電圧に対する表示階調が一義的に定まらない。このような場合には、例えば、図7に示す駆動方法を採用すればよい。図7(A)は行ドライバ31が任意の行のゲートライン15に印加するゲート信号を、図7(B)は列ドライバ32がゲート信号に同期して各データライン16に印加するデータ信号を示す。図7

(C)は、図7(B)に示すデータ信号が印加された時の透過率の変化を示す。

【0055】ゲートパルスにより選択行のTFT14がオンし、オンしたTFT14を介して表示階調に対応するデータパルスが画素電極13と対向電極17との間に印加される。データパルスは、液晶分子を所定の配向状態に配向させるための設定パルスVHと、この設定パルスの直流成分を相殺するためのリセットパルスVLと、表示階調に対応する階調パルスVDからなる。液晶21は、各選択期間に、設定パルスVHによりほぼ一定の状態に配向させられる。従って、光学特性にヒステリシスがある場合でも、階調パルスVDに対応する表示階調が一義的に定まる。

【0056】ゲートパルスがオフするとTFT14がオフし、それまで画素電極13と対向電極17との間に印加されていた階調パルスVDの電圧が、画素電極13と対向電極17とその間の液晶21により形成される画素容量に保持される。このため、図7(C)に示すように、この保持電圧に対応する表示階調がこの行の次の選択期間まで保持される。従って、この駆動方法によれば、データパルスの電圧を制御することにより任意の階調画像を表示することができる。しかも、リセットパル

スVLを印加しているため、液晶21に印加される不必要な直流成分を相殺し、表示の焼き付きを低減することができる。

【0057】上記表示素子及びその駆動方法によれば、液晶21を強誘電相に配向させることなく、最低階調から最大階調まで階調を連続的に変化させて任意の階調画像を表示することができる。強誘電相では、液晶分子の有する自発分極PSの向きが揃うため、表示の焼き付きが起こりやすい。この実施の形態では、自発分極PSが完全に揃うことがない。従って、表示の焼き付きが起こりにくく、高品質の画像を表示することができる。

【0058】また、液晶21として、自発分極PSを有するカイラルスメクティック相の液晶を使用しているため、応答速度が速く、広視野角の表示素子が得られる。さらに、図6及び図7に示すように、いわゆる直流駆動が可能となり、1つの階調に対して1つの電圧を印加するため、交流駆動の場合と異なり、フリッカを低減することができる。

【0059】なお、図7の駆動方法においては、リセットパルスVLと設定パルスVHとを逆極性で電圧の絶対値が同一のパルスとしたが、リセットパルスVLを設定パルスVHと階調パルスVDの電圧の和の逆極性の電圧としてもよい。また、設定パルスをVL、リセットパルスをVHとしてもよい。

【0060】なお、この発明は上記実施の形態に限定されず、種々の変形及び応用が可能である。例えば、液晶のダイレクタを $45^\circ$ の角度範囲内で強誘電相にならないように駆動でき、且つ、最高表示階調と最低表示階調を得ることができるならば、任意の構成を採用可能である。例えば、液晶のずれ角 $2\theta$ が $60^\circ$ 以上の場合に、偏光板23の透過軸23Aを第1の方向21Aから $12.5^\circ$ の位置に設定し、偏光板24の透過軸24Aを透過軸23Aに直交又は平行になるように設定し、液晶21のダイレクタを偏光板23の透過軸23Aの方向とこの方向に対して $45^\circ$ 傾いた方向との間で駆動するようにしてもよい。

【0061】また、例えば、ずれ角 $2\theta$ が $90^\circ$ 以上の液晶を使用してもよい。この場合、例えば、一方の偏光板の透過軸をスメクティック層の法線方向に設定し、他方の偏光板の透過軸を一方の偏光板の透過軸に直交又は平行に設定してもよい。

【0062】また、偏光板24の透過軸24Aと偏光板23の透過軸23Aとを平行に設定しても良い。さらに、透過軸の代わりに吸収軸を使用しても良い。また、本発明はTFTをアクティブ素子とする表示素子に限らず、MIMをアクティブ素子とする表示素子にも適用可能である。さらに、この発明は、図8に示すように、対向する基板11と12の対向面に走査電極71と、走査電極71に直交する信号電極72を配置した単純マトリクス型(パッシブマトリクス型)の表示素子にも適用可

能である。

#### 【0063】

【実施例】化学式1に示す基本組成を有する三種類の反強誘電性液晶を用意し、図1、図2、図4に示す構成の表示素子を形成して駆動し、その特性を測定した。

【0064】この実験においては、表示素子の一方の偏光板を、その透過軸がスメクティック相の有する層構造の層（スメクティック層）の法線に対して22.5°傾けて配置し、他方の偏光板をその透過軸が一方の偏光板の透過軸と直交するように配置した。

【0065】測定は、表示素子を次のように駆動して行った。

1. 液晶が強誘電相を示すように駆動する場合には、パルス電圧を+20Vから-20Vまで、液晶が強誘電相を示さないように駆動する場合には、パルス電圧を+5Vから-5Vまで、0.5V刻みで、約30秒ずつ順次印加する（第1回目の駆動）。
2. その後、液晶が強誘電相を示すように駆動する場合には、+20Vを、液晶が強誘電相を示さないように駆動する場合には、+5Vを約30分間印加し続ける。
3. 第1回目の駆動と同一の駆動をもう一度行う（第2回目の駆動）。

【0066】このような駆動方法により、得られた透過率の変化を図9に示す。図9（A）は、反強誘電性液晶を使用し、液晶が強誘電相を示さないように駆動した場合の駆動電圧と透過率との関係を示す。一方、図9

（B）は、同一の反強誘電性液晶を使用し、液晶が強誘電相を示すように駆動した場合の駆動電圧と透過率との関係を示す。なお、図9（B）は、図9（A）と同一の電圧範囲での特性のみ示す。

【0067】図9（B）に示すように、液晶21が強誘電相を示すように駆動した場合には、第1回目の駆動と第2回目の駆動とで光学特性が異なり、焼き付き現象が発生していることが理解できる。これに対し、図9

（A）に示すように、液晶21が強誘電相を示さないように駆動した場合には、第1回目の駆動と第2回目の駆動とで光学特性が実質的に一致し、焼き付き現象が発生しておらず、この発明の効果があることが理解できる。

#### 【0068】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の表示素子及び表示素子装置によれば、層間で液晶分子の傾きが相

関を有していない相である $S_{\text{m}}CA^*$ 相を示す反強誘電性液晶を使用しているため、印加電圧に応じて連続的に光学特性が変化する液晶表示素子を得ることができる。しかも、強誘電相を使用することなく、液晶を駆動するので、自発分極による表示の焼き付きの少ない表示素子を得ることができる。また、広視野角、高速応答性が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態にかかる表示素子の構造を示す断面図である。

【図2】図1に示す表示素子の下基板の構成を示す平面図である。

【図3】カイラルスメクティックCランダム相（ $S_{\text{m}}C_R^*$ 相）を示す反強誘電性液晶の電場誘起相転移の様子を示す図である。

【図4】偏光板の透過軸と液晶分子の配向方向の関係を示す図である。

【図5】液晶の印加電圧と透過率との関係を示す図である。

【図6】この発明の実施の形態にかかる表示素子の駆動方法により画素に印加される電圧の波形と透過率との関係を示すタイミングチャートである。

【図7】この発明の実施の形態にかかる表示素子を、図6の駆動方法とは異なる駆動方法により画素に印加される電圧の波形を示すタイミングチャートである。

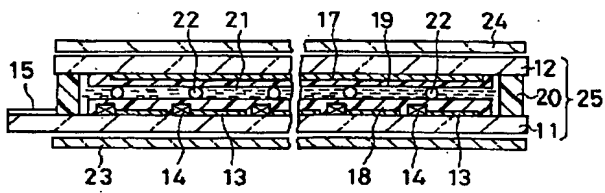
【図8】この発明の実施の形態にかかる表示素子の構造の他の例を示す断面図である。

【図9】（A）と（B）は、化1に示す基本構造を有する液晶化合物を配合して得られた反強誘電性液晶を使用した実施例を、液晶が強誘電相を示さないように駆動した場合と、液晶が強誘電相を示すように駆動した場合の印加電圧と透過率との関係を示す。

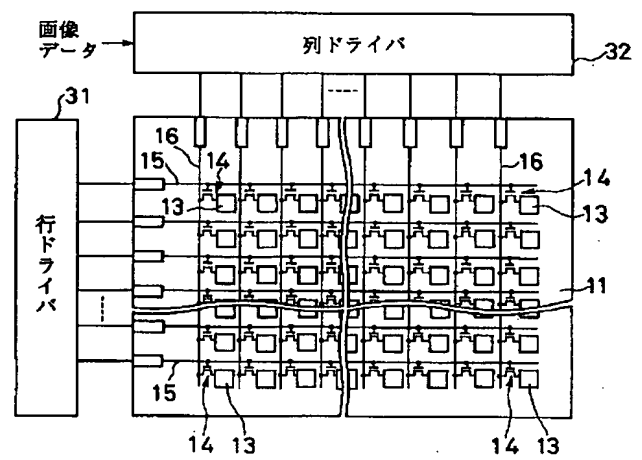
#### 【符号の説明】

11…透明基板（下基板）、12…透明基板（上基板）、13…画素電極、14…アクティブ素子（TFT）、15…ゲートライン（走査ライン）、16…データライン（階調信号ライン）、17…対向電極、18…配向膜、19…配向膜、20…シール材、21…液晶、22…ギャップ材、23…偏光板（下偏光板）、24…偏光板（上偏光板）、25…液晶セル、31…行ドライバ、32…列ドライバ

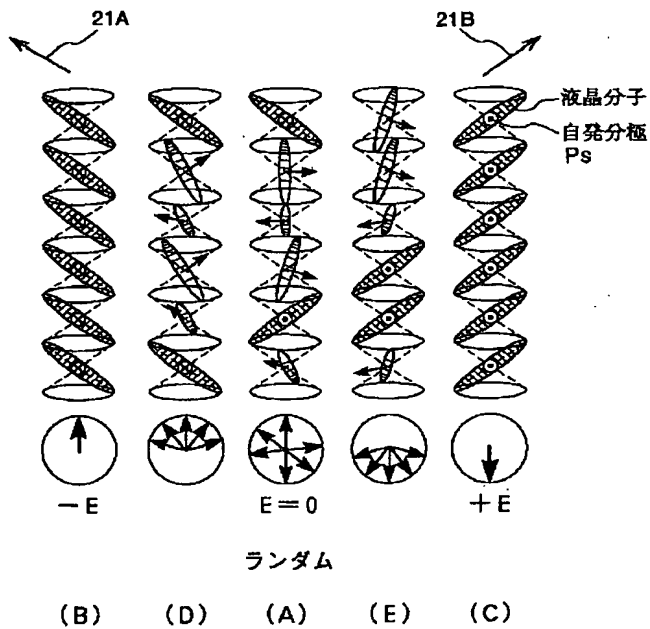
【図1】



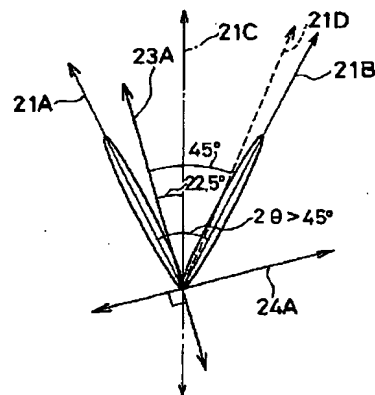
【図2】



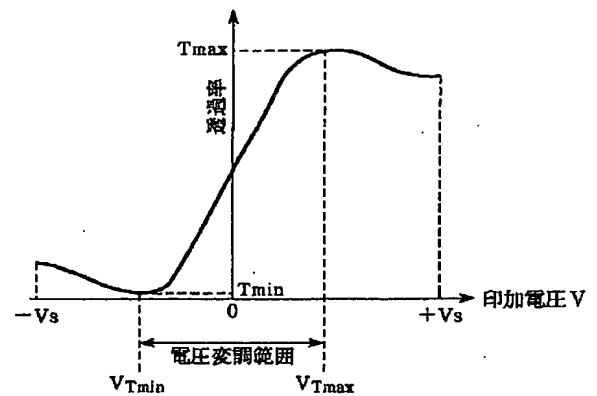
【図3】



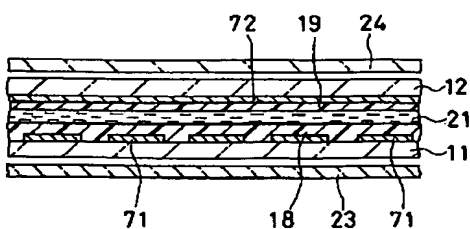
【図4】



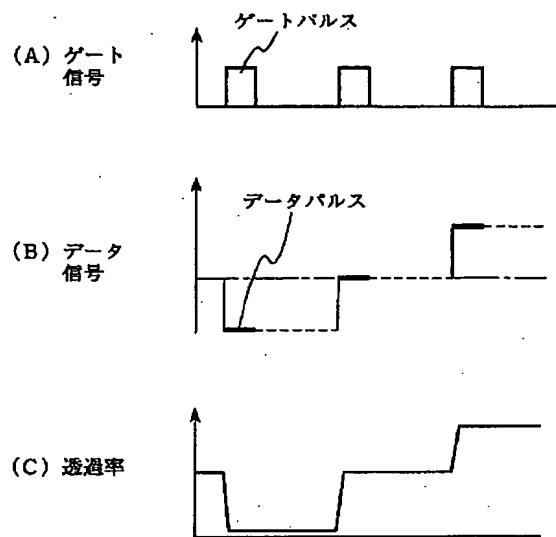
【図5】



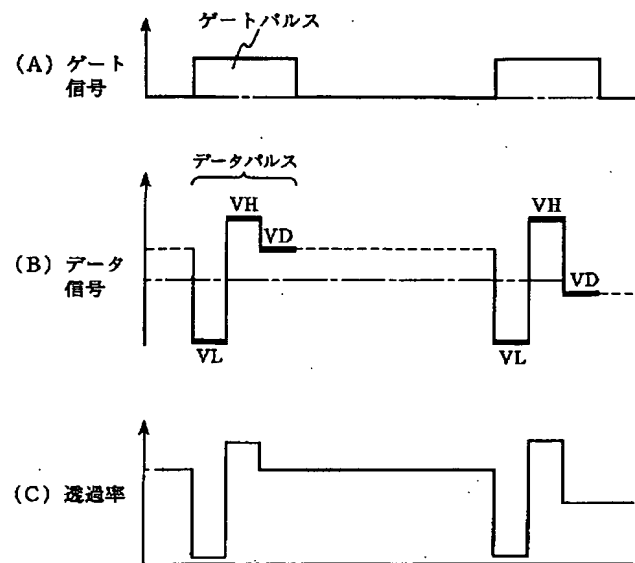
【図8】



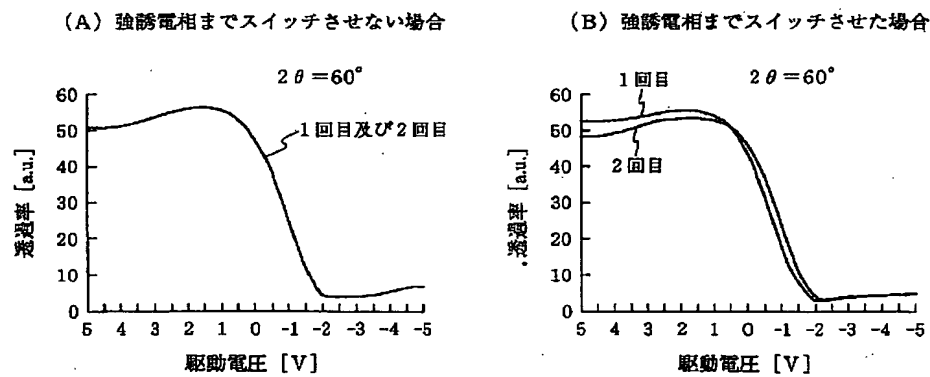
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 哲志  
 東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
 オ計算機株式会社八王子研究所内